

トポロジカルフォトリック結晶における光学分散特性の測定 Measurement of optical dispersion characteristics in topological photonic crystals

○岡田 祥¹, 雨宮 智宏^{1,2}, 各務 響¹, 王 雅慧¹, 西山 伸彦^{1,2}, 胡 曉³

東京工業大学 工学院 電気電子系¹ 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所²

物質・材料研究機構 国際ナノアーキテククス研究拠点³

○S. Okada¹, T. Amemiya^{1,2}, H. Kagami¹, Y. Wang¹, N. Nishiyama^{1,2}, and X. Hu³

¹Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Institute of Technology

²Institute of Innovative Research (IIR), Tokyo Institute of Technology

³International Center for Materials Nanoarchitectonics (WPI-MANA), National Institute for Materials Science

E-mail: okada.s.ah@m.titech.ac.jp

1. はじめに

フォトリック結晶を作製した際、素子の作製誤差を含んだフォトリックバンドを確認するためには、バンドの実測が必要である[1]。今回、作製したトポロジカル特性を持つフォトリック結晶をフォトリックバンドダイアグラム顕微鏡で測定し、フォトリックバンドとトポロジカル特性の一つであるバンド反転を観測したので報告する。

2. 素子の作製と測定結果

作製した素子の走査電子顕微鏡の画像を Fig. 1 に示す。本素子は、 $\mathbb{Z}_2$ トポロジを有する構造として、 C_6 対称性を有する三角ナノホールを蜂の巣格子状に配置した構造を採用した。Fig. 1 中の変数 L 230 nm に固定し、自明(Trivial)から非自明(Topological)な状態への推移を司る変数 R を 230 nm から 300 nm まで 10 nm 刻みで設計し作製した。

Fig. 2 に、フォトリックバンドの解析結果とフォトリックバンドダイアグラム顕微鏡で得た実測値を示す。Trivial(R : 230 nm), Topological(R : 290 nm)構造ともに Γ 点近傍のある波長帯でフォトリックバンドギャップが観測された。トポロジカル特性を持つフォトリック結晶は、 Γ 点近傍にて p mode(dipole-like)と d mode(quadrupole-like)の分布があり、反射スペクトルは、 p mode の方が強く出力される性質がある[2]。本素子は、 Γ 点近傍において、Trivial 構造では、上のバンドに比べて下のバンドの反射スペクトルが、Topological 構造では、下のバンドに比べて上のバンドの反射スペクトルが強く出ており、作製した素子に関して、バンド反転が起きていることを確認した。

また、Fig. 3 に Trivial 構造の三次元フォトリックバンドダイアグラムを示す。各波長でのフーリエ面の反射強度の上位 5% を抽出して、点群表示した。SOI の多重反射が見られるものの、第 1 ブルリアンゾーン付近全域でのフォトリックバンドを観測出来、全波数方向においてバンドギャップを持つ波長帯が存在することを示した。

謝辞 本研究は、JST CREST (JPMJCR18T4, JPMJCR15N6), JSPS 科研費 (#19H02193, #20H02200, #21J14822), MIC/SCOPE (#182103111) の援助により行われた。

参考文献

- [1] H. B. Lin *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **68**, 2927, (1996).
[2] W. Liu *et al.*, *Nano Lett.* **20**, 1329, (2020).

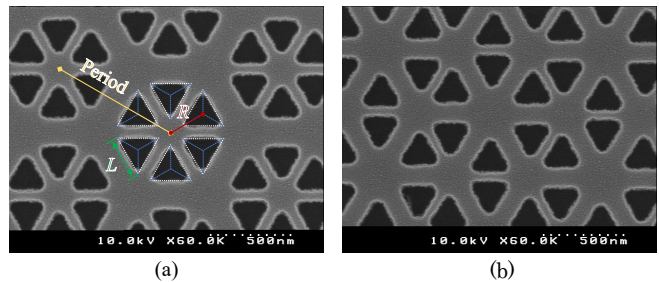


Fig. 1 SEM image of fabricated (a) Trivial, (b) Topological PhC.

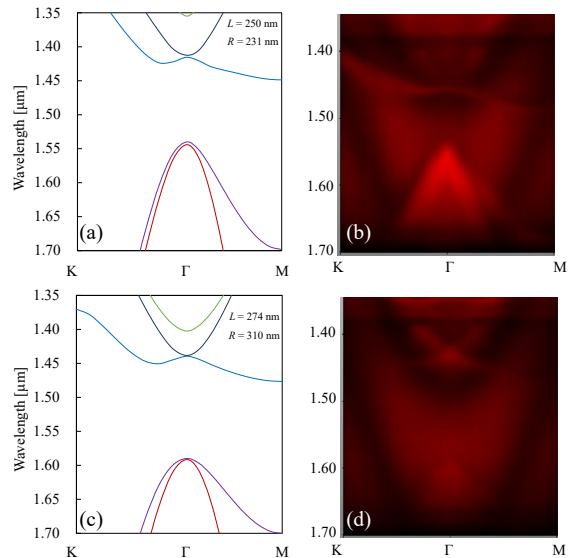


Fig. 2 Photonic band analysis and measurement. (a)(b)Trivial photonic structure, (c)(d)Topological photonic structure.

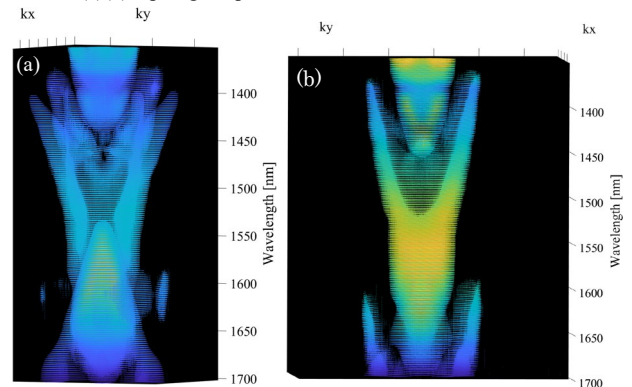


Fig. 3 3D band diagram near the first Brillouin Zone. (a)Trivial structure, (b) Topological structure.